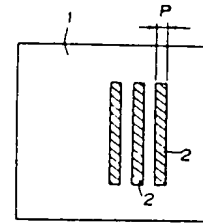


(54) PATTERNING PROCESS

(11) 1-278018 (A) (43) 8.11.1989 (19) JP
(21) Appl. No. 63-106035 (22) 29.4.1988
(71) HOYA CORP (72) AKIHIKO NAKAYAMA(1)
(51) Int. Cl.⁴ H01L21/30, G03F1/00, H01L21/30

PURPOSE: To improve quality and yield of products by determining optimum exposure time capable of minimizing a range of variation in width of linear patterns, and using a reticle in which the width of the linear patterns is determined in view of an amount of variation in width by calculating an amount of variation in width of the patterns observed during the optimum exposure time.

CONSTITUTION: In reduction projection exposure, optimum exposure time is determined such that, if exposure distance is varied during the exposure, a range of variance in width P of linear patterns 2 on a plate to be transferred caused by such variance in exposure distance can be limited to a relatively small one. A reticle used herein is a reticle in which the width of the linear patterns 2 is determined in view of possible variance in width P of the patterns 2 on the plate to be transferred by calculating the variance in width P observed during the optimum exposure time, such that the variance in width P of the patterns is previously included in a design value. In this manner, the quality and yield of the product can be improved substantially.

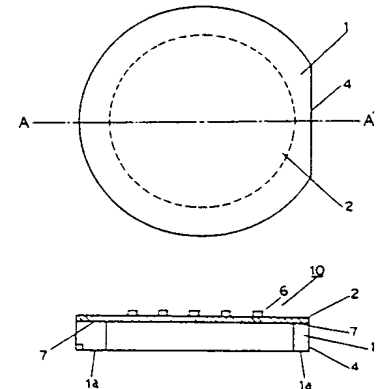


(54) STRUCTURE OF LITHOGRAPHY MASK

(11) 1-278019 (A) (43) 8.11.1989 (19) JP
(21) Appl. No. 63-107061 (22) 28.4.1988
(71) CANON INC (72) HIROFUMI SHIBATA(1)
(51) Int. Cl.⁴ H01L21/30, G03F1/00

PURPOSE: To make it possible to perform positioning of rotating direction and correction of inclination quickly with high precision by providing at least one notch plane in the periphery of an annular support frame, the notch plane consisting of a mirror plane substantially vertical to the bottom of the annular support frame.

CONSTITUTION: A support frame 1 has an annular shape. A planar section 7 is formed in a part of the annulus by polishing it into a hyperplane. Flatness of a holding film 2 attached thereto in tension is determined by the planar section 7. An X-ray absorbing material 6 is formed on the surface of the holding film 2 in predetermined patterns. A notch 4 is formed in a part of the periphery of the annular support frame so as to define a mirror plane substantially vertical to the bottom plane 1a of the support frame 1. With reference to the notch plane 4, the holding film 2 is brought into contact with the planar section 7 of the support frame 1 through an adhesive and pressurized so that the holding film 2 is bonded to the support frame 1. A mask 10 thus obtained is then bonded to an aligner with reference to the notch plane 4 of the mask and a rotating direction and a position of rectangular coordinates are set at predetermined positions of the aligner. In this manner, positioning of rotating direction and inclination correction can be performed quickly with high precision.

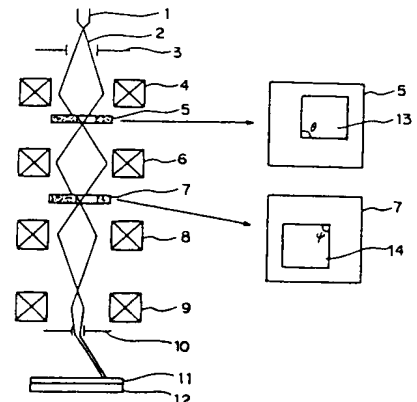


(54) FORMATION OF RESIST PATTERN

(11) 1-278020 (A) (43) 8.11.1989 (19) JP
(21) Appl. No. 63-107240 (22) 28.4.1988
(71) DAINIPPON PRINTING CO LTD (72) HIROYUKI NAKAMURA
(51) Int. Cl.⁴ H01L21/30

PURPOSE: To improve orthogonality of a rectangular resist pattern by combining apertures having respective angles determined in view of distortion of profile of an electronic beam caused by an electro-optic system so that a rectangular resist pattern is formed on a pattern forming substrate.

CONSTITUTION: An apparatus comprising a blanking electrode 3, an illumination lens 4, a shaping lens 6, a reducing lens 8, a projecting lens 9 and a positioning deflector 10 is adapted such that a photomask substrate 12 which has been spin-coated with a negative-type electronic beam resist 11 is exposed to electronic beams 2 emitted by an electron gun 1. A first aperture 5 is arranged between the illuminating lens 4 and the shaping lens 6 while a second aperture 7 is arranged between the shaping lens 6 and the reducing lens 8. Combination of the first and second apertures 5 and 7 defines a rectangular resist pattern. In this manner, the orthogonality of the rectangular resist pattern can be improved substantially.



⑫ 公開特許公報(A) 平1-278018

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)11月8日

H 01 L 21/30

3 1 1

L-7376-5F

G 03 F 1/00

G C A

H-7204-2H

H 01 L 21/30

3 0 1

P-7376-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 パターン形成方法

⑯ 特 願 昭63-106035

⑰ 出 願 昭63(1988)4月29日

⑱ 発 明 者 中 山 明 彦

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

⑲ 発 明 者 加 藤 聡

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

⑳ 出 願 人 ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

㉑ 代 理 人 弁理士 阿仁屋 節雄

明 細 書

1. 発明の名称

パターン形成方法

2. 特許請求の範囲

所定の線幅のパターンを有するレチクルを通して被転写板上のフォトレジストを縮小投影露光し、次いで、現像、エッチング、レジスト剥離の処理を順に施すことによって、前記被転写板に所定のパターンを形成するパターン形成方法であって、

前述の縮小投影露光における露光時間としては、縮小投影露光装置の露光用レンズの中心から被転写板の露光面までの距離が変動した場合にもその変動に起因して被転写板のパターンに現れる線幅の増減の幅を比較的に小さく抑えることのできる最適露光時間を選定し、

また、前記レチクルとしては、前記最適露光時間で露光した場合の線幅の増減量を算出し、被転写板のパターンの線幅が前述の増減量を含めて設計値となるように、予め増減量を見込んでパターンの線幅を決定したレチクルを使用することを特

徴とするパターン形成方法、

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、所定の線幅のパターンを有するレチクルを通して被転写板上のフォトレジストを縮小投影露光し、次いで、現像、エッチング、レジスト剥離の処理を順に施すことによって、前記被転写板に所定のパターンを形成するパターン形成方法に関するものである。〔従来の技術〕

縮小投影露光を利用した前述のパターン形成方法は、フォトリソグラフィに用いるフォトマスクや半導体集積回路等における微細パターンを形成する場合に利用されている方法である。

通常、5分の1の縮小率でパターンを転写する縮小投影露光装置を使って、所定の線幅のパターンを持ったフォトマスクを製造する場合、先ず、転写板であるレチクルと、被転写板であるレジスト付きフォトマスクブランクを用意するが、この場合に、レチクルのパターンの線幅は、フォトマスクに形成すべきパターンの線幅(設計値)に対

して5倍に設定される。

また、パターン形成に伴う一連の処理において、現像やエッチングなどは処理時間の短縮が困難である。そこで、処理時間の短縮による能率向上が露光処理に向けられ、その結果、縮小投影露光する場合の露光時間も、より短い時間を設定するという傾向にある。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、被転写板に形成するパターンは、本来、被転写板の全域に亘って設計値通りの線幅で転写されなければならない。

しかし、設計値に縮小率の逆数を掛けた値をもとに、精密にレチクルのパターンを形成したとしても、現実に被転写板上に転写されるパターンは、部分的に線幅が設計値に比して増減することがあり、転写されたパターンの線幅を全域に亘って完全に設計値通りにすることはほとんど不可能である。特に、転写形成するパターンの線幅が数 μm で、しかも複数のパターンを一度に形成する場合（いわゆる、マルチチップのパターンを形成する

場合である）などでは、線幅の増減が現れ易く、場合によっては、許容できないほどに線幅が増減してしまうことがあった。

この発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、縮小投影露光を使ってパターンを転写した場合に、転写したパターンの全域に亘って、線幅の増減が生じにくく、生じたとしても許容範囲内に収めることができ、パターン形成の対象となった製品の品質向上を図るとともに、製品歩留りを向上させることのできるパターン形成方法を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明者等は、転写したパターンの線幅が設計値から増減する原因を分析し、さらにその原因に対処するため、縮小投影露光装置の使用条件等と前記原因との関係について実験等によって解明を図り、その事実に基づいて新たな発想によるパターン形成を図った。そしてその結果得られたのが、本発明に係るパターン形成方法である。

即ち、本発明者等によれば、転写したパターン

の線幅の増減は、主に、被転写板の表面の微小な凹凸によるものと考えられた。そして、この凹凸のために、縮小投影露光装置の露光用レンズの中心から被転写板の露光面までの距離（以下、露光距離と呼ぶ）が当初の設定位置とは微小にずれることになり、これによって焦点距離が部分的に変動してしまうために線幅が設計値に比して増減すると考えられた。そこで、さらに、前記露光距離と線幅の増減量と露光時間との関係を実験等を通じて解明し、この解明した事実に基づいて、前述の原因に対する対処を考え、新たなパターン形成方法を得た。

具体的にその手段を説明すると、本発明に係るパターン形成方法は、所定の線幅のパターンを有するレチクルを通して被転写板上のフォトレジストを縮小投影露光し、次いで、現像、エッチング、レジスト剥離の処理を順に施すことによって、前記被転写板に所定のパターンを形成するパターン形成方法であるが、

前述の目的を達成するために、前述の縮小投影

露光における露光時間（本明細書中で、“露光時間”とは、露光量と同じ意味である）としては、露光距離が変動した場合にもその変動に起因して被転写板のパターンに現れる線幅の増減の幅を比較的に小さく抑えることのできる最適露光時間を選定し、

また、前記レチクルとしては、前記最適露光時間で露光した場合の線幅の増減量を算出し、被転写板のパターンの線幅が前述の増減量を含めて設計値となるように、予め増減量を見込んでパターンの線幅を決定したレチクルを使用することとした。

〔作用〕

第1図は、本発明者等が実験等を通じて得た資料をまとめたもので、互いに異なる8種類の露光時間を設定して、各露光時間における露光距離と線幅の増減量との関係をグラフにして現したものである。また、このグラフのデータは、転写板となるレチクルにおける線状の透光性パターンおよび被転写板における透光性膜の材質としてクロム

(Cr)を使用し、レチクルおよび被転写板における透光性基板の材質として石英ガラスを使用し、ポジ型フォトリソレジストを使用して露光した場合のものである。

このグラフにおいて、横軸は露光距離を示し、縦軸は線幅の増減量を示す。

露光距離は単位をd1v.とする。ここで、1 d1v.は0.275μmに相当する。

線幅の増減量は単位をμmとする。また、増減量の数値が+の場合は線幅が太ることを示し、-の場合は線幅が細ることを示す。

図中の8本の曲線は、各露光時間に対応したもので、曲線①は露光時間が1.0秒の時の露光距離と線幅の増減量との関係を示し、同様に、曲線②は露光時間が1.3秒の時のもの、曲線③は露光時間が1.6秒の時のもの、曲線④は露光時間が1.9秒の時のもの、曲線⑤は露光時間が2.2秒の時のもの、曲線⑥は露光時間が2.5秒の時のもの、曲線⑦は露光時間が2.8秒の時のもの、曲線⑧は露光時間が3.1秒の時のものである。

線幅の増減の幅を小さく抑えることのできる最適露光時間(曲線④の場合である)があることを数示している。

本発明に係るパターン形成方法は、露光時間として、この最適露光時間を選定したのである。

そして、この最適露光時間を採用した場合、例えば曲線①の露光時間を採用した場合と比較すると、露光時間の増大のために露光用光の回折等に起因した線幅の増減が強調され、絶対量として線幅の増減量が増大する。

しかし、本発明に示す如く、被転写板のパターンの線幅の増減量を含めて設計値となるように、予め増減量を見込んでレチクルのパターンの線幅を決定しておけば、その問題は回避することができる。例えば、第1図における曲線④の場合、線幅が平均で約0.65μm細ることになる。したがって、例えば被転写板に転写するパターンとして2μmが要求される場合、見掛け上2.65μmの線幅を設計値とし、レチクルにおける線幅はその設計値に縮小投影露光装置の縮小

る。

この第1図のグラフから、次の事実関係が導かれる。

それは、露光距離と線幅の増減量との関係を示す曲線の形状は、比較的露光時間が短い場合(例えば、曲線①の場合)には、下に凸の曲線(放物線)で、露光時間が増すに従って曲線のカーブが緩やかになり、ある露光時間ではほぼ直線になり(例えば、曲線④の場合)、さらに露光時間が増すと上に凸の曲線に変わり、さらに露光時間が増すに従って、曲線のカーブがきつくなるという点である。

さらに、詳述すると、曲線④の場合、露光距離が例えば120~148 d1v.の範囲で変動したとしても、その変動に起因した増減量の増減の幅は0.1μm以下で、他の曲線の場合と比して非常に小さい(曲線①の場合は、約0.7μmにもなる)。

この事実は、縮小投影露光においては、露光距離の変動に起因して被転写板のパターンに現れる

率(1/5)の逆数を掛けて13.25μmに決定するのである。

以上の如き本発明のパターン形成方法によれば、被転写板の露光面の凹凸による線幅への影響を抑えて、転写したパターンの全域に亘って、線幅の増減が生じにくく、生じたとしても許容範囲内に収めることができ、パターン形成の対象となった製品の品質向上を図るとともに、製品歩留りを向上させることができる。

【実施例】

本発明に係るパターン形成方法の第1の実施例を第1図~第3図を使って説明する。

この第1の実施例は、レチクルのパターンを5分の1に縮小して被転写板に転写する縮小投影露光装置(GCA社製、3696フォトリピータ)を用いて露光処理を行い、次いで、現像、エッチング、レジスト剥離の処理を順に施すことによって、所定のパターンを持ったフォトマスクを形成するものである。

前記レチクルは、第2図に示すもので、石英ガ

ラスによる透光性基板1の上に、クロムによる線状の透光性パターン2を複数形成したものを使用する。透光性基板1の寸法は、 $5 \times 5 \times 0.09$ インチである。

また、被転写板は、石英ガラスによる透光性基板の一表面上に、クロムによる透光性膜（膜厚：750オングストローム）を被着し、さらにその上にポジ型フォトレジスト（ヘキスト社製、AZ-1350、膜厚：5000オングストローム）を被着したポジ型フォトレジスト付きフォトマスクブランク（以下、ポジ型レジスト付きブランクと呼ぶ）を使用する。

最終的に得るフォトマスクは、第3図に示すもので、石英ガラスによる透光性基板3の上に、クロムによる線状の透光性パターン4を複数形成したもので、透光性パターン4の線幅Pの設計値は、 $2 \mu\text{m}$ とし、また、パターン4相互の間隔の設計値も $2 \mu\text{m}$ とする。

前述のレチクルと被転写板との組合わせによる場合の、露光距離と線幅の増減量と露光時間との

相互関係を知る資料として、前述の第1図のグラフを得ておく。

そして、第1図をもとにして、縮小投影露光における露光時間は1.9秒とする。この露光時間は、縮小投影露光装置の露光距離が変動した場合にもその変動に起因して被転写板のパターンに現れる線幅の増減の幅を比較的に小さく抑えることのできる最適露光時間である。

また、前記レチクルとしては、線状の透光性パターン2の線幅Pを $13.25 \mu\text{m}$ とし、パターン2相互の間隔を $6.75 \mu\text{m}$ としたものを使用する。これは、露光時間を1.9秒とした場合に線幅が平均で約 $0.65 \mu\text{m}$ 減少することになることを考慮したもので、フォトマスクに要求される線幅が $2 \mu\text{m}$ の場合、減少する分を上乗せした $2.65 \mu\text{m}$ を見掛け上のフォトマスクにおけるパターンの線幅に設定し、レチクルにおける線幅としては、その値に縮小投影露光装置の縮小率の逆数5を乗じて得たものである。

以上の条件で露光処理が完了したら、そのポジ

型レジスト付きブランクは、所定の現像液（AZ専用ディベロッパ）で60秒間現像する。そしてその後、所定のエッチング液（硝酸第2セリウムアンモニウムと過塩素酸との混合水溶液で液温が 22°C ）で30秒間エッチングし、次には、所定のレジスト剥離液（熱濃硫酸、液温： 90°C ）を用いてレジストの剥離を行う。

以上の方法でパターンを形成した場合には、被転写板の露光面の凹凸による線幅への影響を抑えて、転写したパターンの全域に亘って、線幅の増減が生じにくく、生じたとしても許容範囲内に収めることができ、パターン形成の対象となった製品の品質向上を図るとともに、製品歩留りを向上させることができた。

なお、前記実施例において、ポジ型フォトレジストによる転写では、転写によって透光性パターンの線幅が細ることを述べたが、換言すると、パターン相互の間隔は転写によって逆に太ることになる。

したがって、レチクルの形成するパターンが、

いわゆる白抜きパターン（透光性膜の一部を線状に除去して得られるパターン）の場合には、レチクルにおける白抜きパターンの線幅は、転写によって太る分を見込んで本来の寸法よりも細く形成しておけば良い。

次に、本発明に係るパターン形成方法の第2の実施例を第4図を使って説明する。

この第2の実施例は、露光に使用する縮小投影露光装置およびその後の処理に付いては、第1の実施例の場合と同じである。またその結果として得るフォトマスクも第1の実施例のもの（即ち、第3図に示したもの）と同じである。

しかし、被転写板には、石英ガラスによる透光性基板の一表面上に、クロムによる透光性膜（膜厚：750オングストローム）を被着し、さらにその上にネガ型フォトレジスト（東京応化工業（株）、OMR-83、膜厚：10000オングストローム）を被着したネガ型フォトレジスト付きフォトマスクブランク（以下、ネガ型レジスト付きブランクと呼ぶ）が使用される。

この被転写板の変更に対応して、レチクルの構成も変更されている。

第4図は、この第2の実施例で使うレチクルを示したものである。

このレチクルは、石英ガラスによる透光性基板5の上に、クロムによる透光性膜6の一部を線状に除去して、いわゆる白抜きパターン7を形成したもので、透光性基板5の寸法は、 $5 \times 5 \times 0.09$ インチである。

このレチクルとネガ型レジスト付ブランクとの組合わせによる場合の、露光距離と線幅の増減量と露光時間との相互関係を知る資料として、前述の第1図に相当するグラフを作成し(図示略)、このグラフをもとにして、縮小投影露光における露光時間は2.5秒とする。

この露光時間は、縮小投影露光装置の露光距離が変動した場合にもその変動に起因して被転写板のパターンに現れる線幅の増減の幅を比較的に小さく抑えることのできる最適露光時間である。

また、前記レチクルとしては、線状の白抜きパ

ターン7の線幅Pを $6.75 \mu\text{m}$ とし、パターン7相互の間隔を $13.25 \mu\text{m}$ としたものを使用する。これは、露光時間を2.5秒とした場合に線幅が平均で約 $0.65 \mu\text{m}$ 増大することになることを考慮したもので、フォトリソに要求される線幅が $2 \mu\text{m}$ の場合、増大する分を差引いた $1.35 \mu\text{m}$ を見掛け上のフォトリソにおけるパターン7の線幅に設定し、レチクルにおける線幅としては、その値に縮小投影露光装置の縮小率の逆数5を乗じて得たものである。

以上の条件で露光処理が完了したら、そのネガ型レジスト付きブランクは、所定の現像液(OMR専用現像液)で60秒間現像する。そしてその後、所定のエッチング液(硝酸第2セリウムアンモニウムと過塩素酸との混合水溶液で液温が 22°C)で30秒間エッチングし、次には、所定のレジスト剥離液(東京応化工業(株)製、OMR用剥離液-520、液温: 120°C)を用いてレジストの剥離を行う。

以上の方法でパターンを形成した場合には、被

転写板の露光面の凹凸による線幅への影響を抑えて、転写したパターンの全幅に亘って、線幅の増減が生じにくく、生じたとしても許容範囲内に収めることができ、パターン形成の対象となった製品の品質向上を図るとともに、製品歩留りを向上させることができた。

なお、前記実施例において、ネガ型フォトリソによる転写では、転写によって形成されたフォトリソの透光性パターン7の線幅が太ることを述べたが、パターン相互の間隔は転写によって逆に細ることになる。

したがって、レチクルに形成するパターンが、白抜きパターンではなく、通常の線状の透光性パターン7の場合には、レチクルにおけるパターン7の線幅は、転写によって細る分を見込んで本来の寸法よりも太く形成しておけば良い。

なお、以上の実施例においては、縮小投影露光装置として縮小率が5分の1のものを使用した。本発明の技術的思想は、その他の縮小率の場合にも拡張することのできるものである。

また、レチクルのパターン7の線幅も、前記実施例の場合に限るものでなく、技術的思想として種々の寸法に拡張できるものであるが、実験によれば、本発明の効果をより十分に得るには、転写形成されるパターン7の線幅の設計値が $1 \mu\text{m}$ 以上であることが望ましい。

また、被転写板としては、前述の各実施例におけるフォトリソブランク以外にも、SiやGaAs等の半導体基板やガラス基板上にポジ型あるいはネガ型フォトリソを被着したものなどを対象に含めることができる。

[発明の効果]

以上の説明から明らかなように、本発明に係るパターン形成方法は、縮小投影露光における露光時間として、露光距離が変動した場合にもその変動に起因して被転写板のパターン7に現れる線幅の増減の幅を比較的に小さく抑えることのできる最適露光時間を選定したため、被転写板の凹凸に起因した線幅の増減の幅を小さく抑えることができ、また、転写板であるレチクルとして、前記最適露

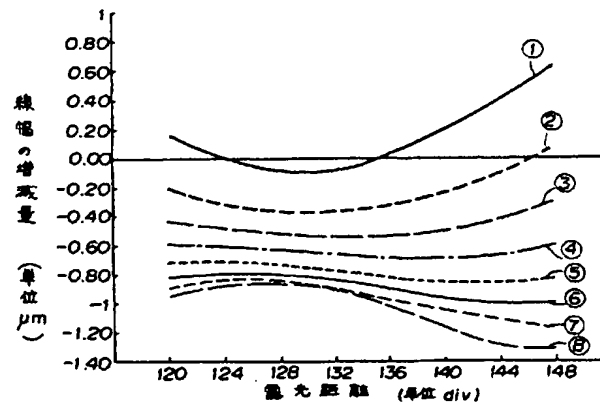
光時間で露光した場合の線幅の増減量を算出し、被転写版のパターンの線幅が前述の増減量を含めて設計値となるように、予め増減量を見込んでパターンの線幅を決定したため、露光時間の長大化による線幅の増減の強調を避けることができ、したがって、転写したパターンの全域に亘って、線幅の増減が生じにくく、生じたとしても許容範囲内に収めることができ、パターン形成の対象となった製品の品質向上を図るとともに、製品歩留りを向上させることができる。

4. 図面の簡単な説明

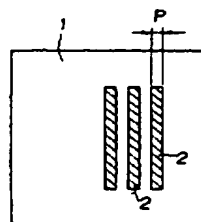
第1図は、本発明の作用・効果を説明するためのもので、縮小投影露光における露光時間と露光距離とパターンの線幅の増減との関係を示すグラフ、第2図は本発明の第1の実施例に使用するレチクルの平面図、第3図は第1の実施例によってパターンが転写形成されるフォトマスクの平面図、第4図は第2の実施例に使用するレチクルの平面図である。

- 1, 3, 5…透光性基板、
- 2, 4, 7…パターン、
- 6…透光性膜、
- P…線幅、

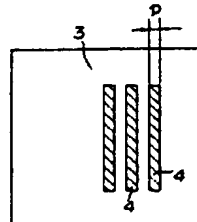
出願人 ホーヤ 株式会社
代理人 弁理士 阿仁屋 師雄



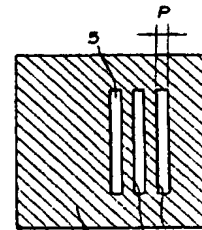
第1図



第2図



第3図



第4図